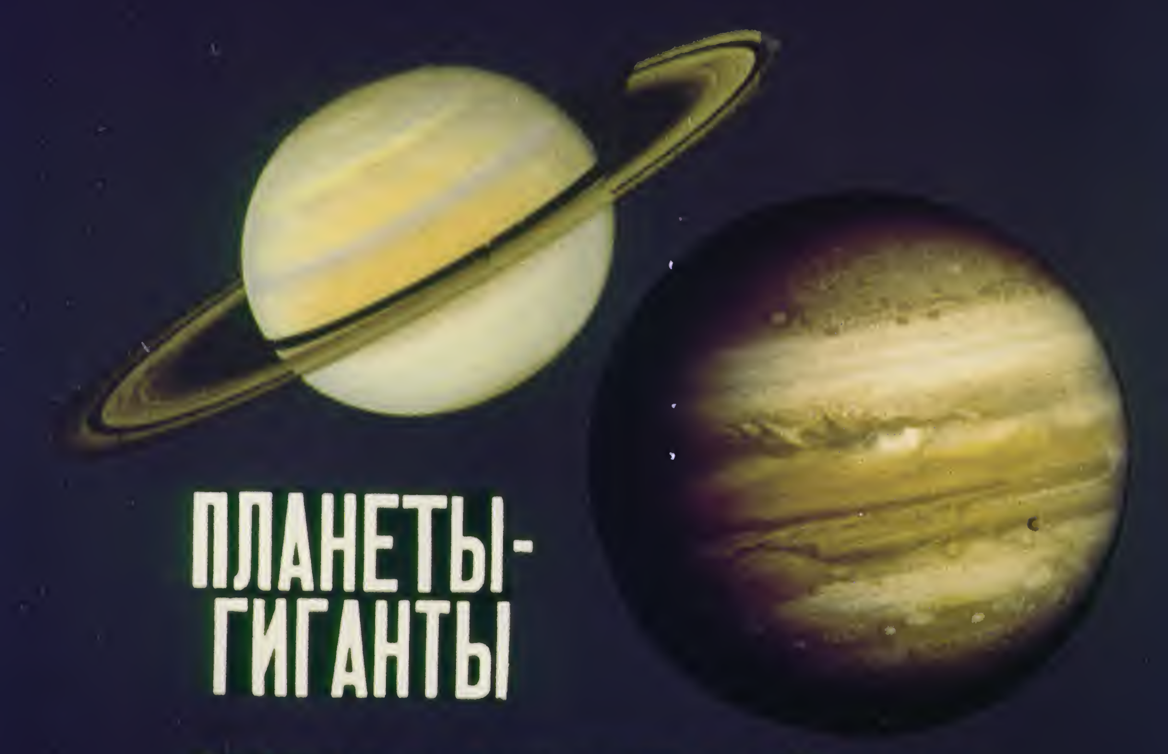

студия
ДИАФИЛЬМ



Диафильм по астрономии для X класса

I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ



В группу планет-гигантов входят Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун. Первые две были известны еще в древности. Уран же и Нептун не видны невооруженным глазом.



Английский астроном В. Гершель, пришедший в науку как любитель, построил несколько больших телескопов. В 1781 году он открыл планету, названную Ураном.

Вспомните, как был открыт Нептун.

Гершель и его сестра Каролина во время наблюдений.



Юпитер
R = 71398 км
M = 318
$\bar{\rho}$ = 1,3 г/см^3
T = 9,9 ч
(14)

Земля
R = 6378 км
M = 1
$\bar{\rho}$ = 5,5 г/см^3
T = 23,9 ч
(1)

Сатурн
R = 60000 км
M = 95
$\bar{\rho}$ = 0,7 г/см^3
T = 10,2 ч
(20) ?

Уран
R = 26100 км
M = 14,5
$\bar{\rho}$ = 1,2 г/см^3
T = 16 ч?
(6)

Нептун
R = 25100 км
M = 17,3
$\bar{\rho}$ = 1,6 г/см^3
T = 18 ч?
(3)

R — радиус
M — масса (M Земли = 1)
$\bar{\rho}$ — средняя плотность
T — период вращения вокруг оси

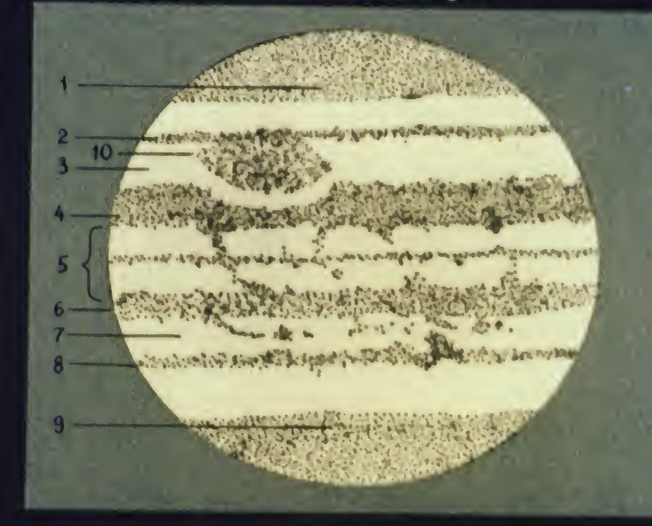
По физическим характеристикам — массам, размерам, средним плотностям, периодам вращения вокруг осей, а также по числу спутников (указано в скобках) планеты-гиганты резко отличаются от планет земной группы.

В чем это отличие?



Обратите внимание на углы наклона осей планет-гигантов к плоскостям их орбит. *Что вы можете сказать о характере смены времен года на этих планетах?* 5

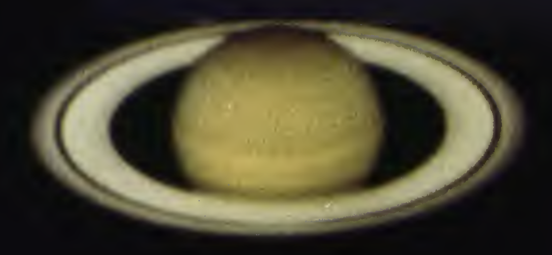
Основные детали, наблюдаемые на Юпитере.

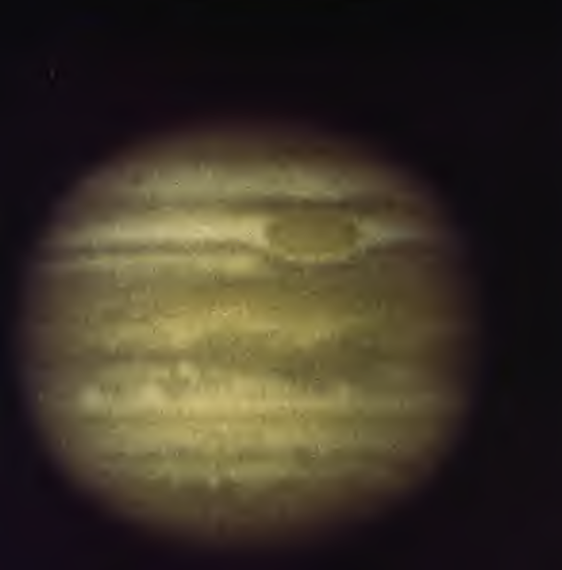


Полярные шапки (1;9)
Умеренные полосы (2;8)
Тропические зоны (3;7)
Тропические полосы (4;6)
Экваториальная зона (5)
Красное Пятно (10)

Юпитер (рисунок).

В небольшой телескоп на Юпитере можно рассмотреть некоторые детали.





А так выглядят Сатурн и Юпитер на высококачественных наземных фотографиях, сделанных с помощью крупных современных телескопов. Размеры самых мелких различимых деталей на Юпитере около 1000 км.



В 70-х и начале 80-х годов с борта автоматических межпланетных станций «Пионер-11» и «Вояджер-1, -2» (США) была получена новая информация о планетах-гигантах и их больших спутниках.



Самая далекая планета, к которой пока удалось приблизиться,—Сатурн. Более четырех лет длился полет «Вояджера-2» к Сатурну (вы видите его в момент сближения с планетой 27 августа 1981 года).

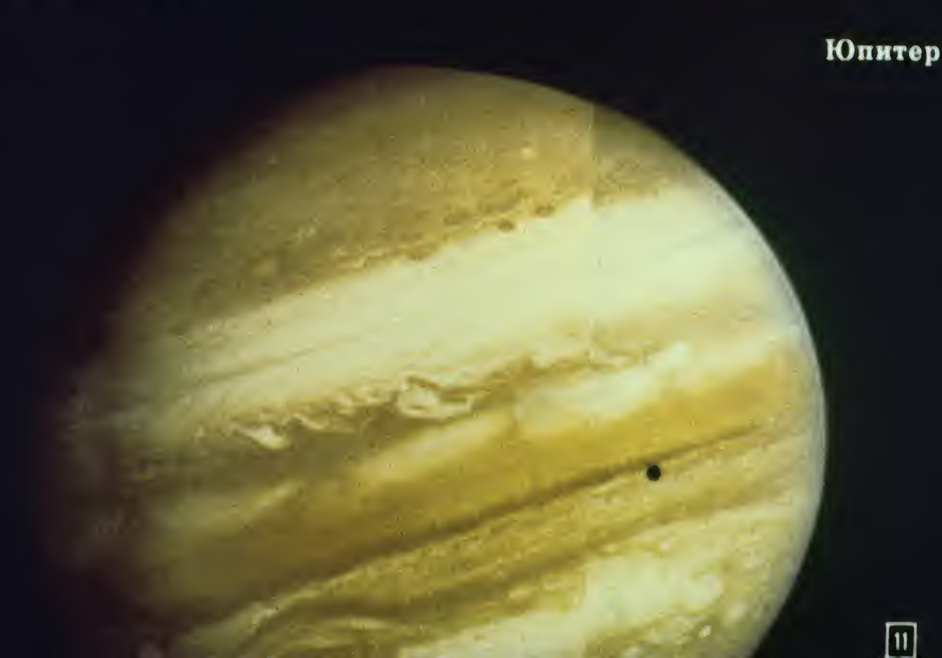
II. СТРОЕНИЕ ПЛАНЕТ-ГИГАНТОВ

Сложная картина атмосферных движений на Юпитере, сфотографированная с расстояния 7,8 млн. км (размер наименьших деталей 140 км).

Все, что мы видим на Юпитере и других планетах-гигантах, происходит в их атмосферах.

В состав атмосфер планет-гигантов входят в основном водород и гелий с примесями метана, аммиака, водяного пара. Присутствием различных аммиачных соединений обусловлены красно-коричневый и белый цвета деталей атмосфер.

Юпитер



Красное Пятно—
с расстояния 280 000 км.



Красное Пятно—
вид с Земли.

Более 300 лет астрономы наблюдают на Юпитере Красное Пятно. По-видимому, это устойчивый огромный антициклонический вихрь (область высокого давления). Сравните размеры Красного Пятна (30x14 тыс. км) с размерами Земли.



Мощными движениями охвачена и атмосфера Сатурна. На снимках, полученных с близкого расстояния, различимы крупномасштабные светлые и темные полосы, а также отдельные вихревые структуры.



Под облачным покровом у планет-гигантов нет твердой поверхности. Как следует из расчетов, вследствие огромного давления водород под облаками находится в необычном жидкометаллическом состоянии, а горные породы (или железо) могут быть только в ядрах этих планет.

Магнитосфера Юпитера

Ось вращения

N

Солнечный ветер

S

Ось магнитного диполя

Магнитосфера Юпитера так велика (она в 100 раз больше земной), что внутри нее оказались орбиты пяти ближайших к планете спутников. Большими размерами отличаются и радиационные пояса Юпитера. Обратите внимание, где находятся магнитные полюсы Юпитера (сравните с Землей!).



Магнитосфера Сатурна в несколько раз меньше, чем у Юпитера. Полярность магнитного поля Сатурна так же, как и у Юпитера, противоположна земной, а угол между магнитной осью планеты и осью вращения составляет всего 2—3°.

III. СПУТНИКИ ПЛАНЕТ-ГИГАНТОВ



Ио

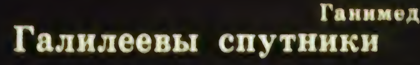


Европа



Каллисто

Ганимед



Галилеевы спутники

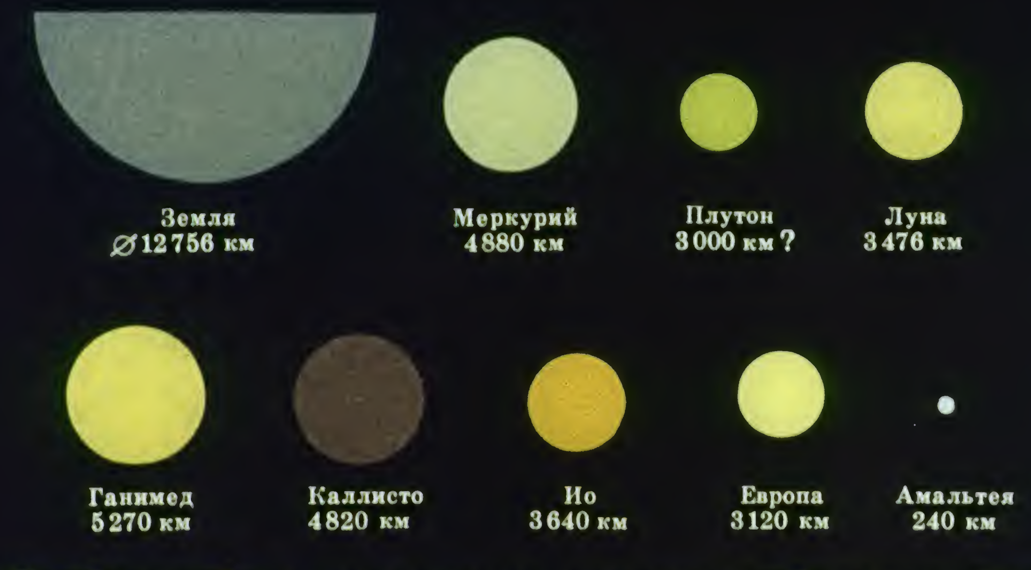
Европа. Ио Ганимед Каллисто

Вид в небольшой телескоп.

Как вы знаете, Галилей в 1610 году открыл четыре спутника Юпитера.

Что вам известно о мировоззренческом и практическом значении этого открытия?

Сравнительные размеры спутников Юпитера с Луной и некоторыми планетами



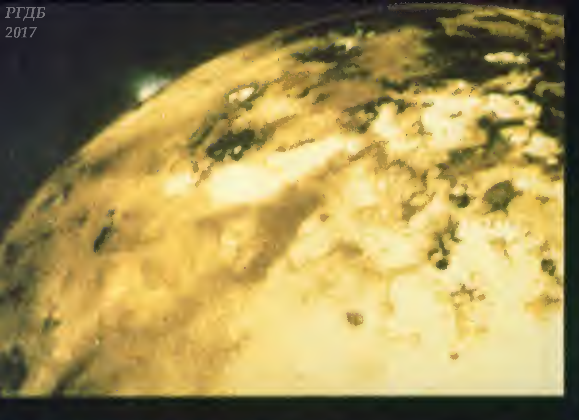
Наибольший из галилеевых спутников—Ганимед. Это самый большой спутник в Солнечной системе (он по размерам превосходит Меркурий, но вдвое уступает этой планете по массе). Наименьший—Европа.

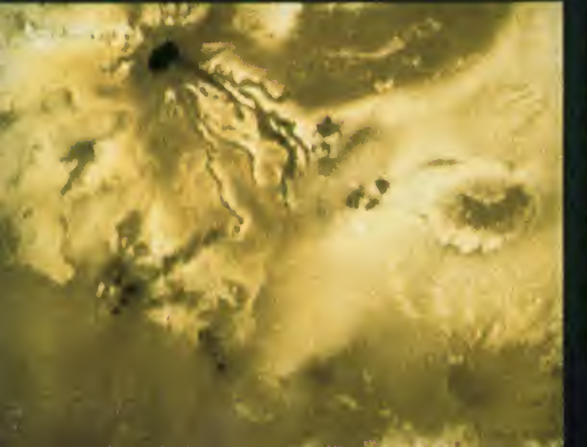


Общий вид.

Фрагмент поверхности.

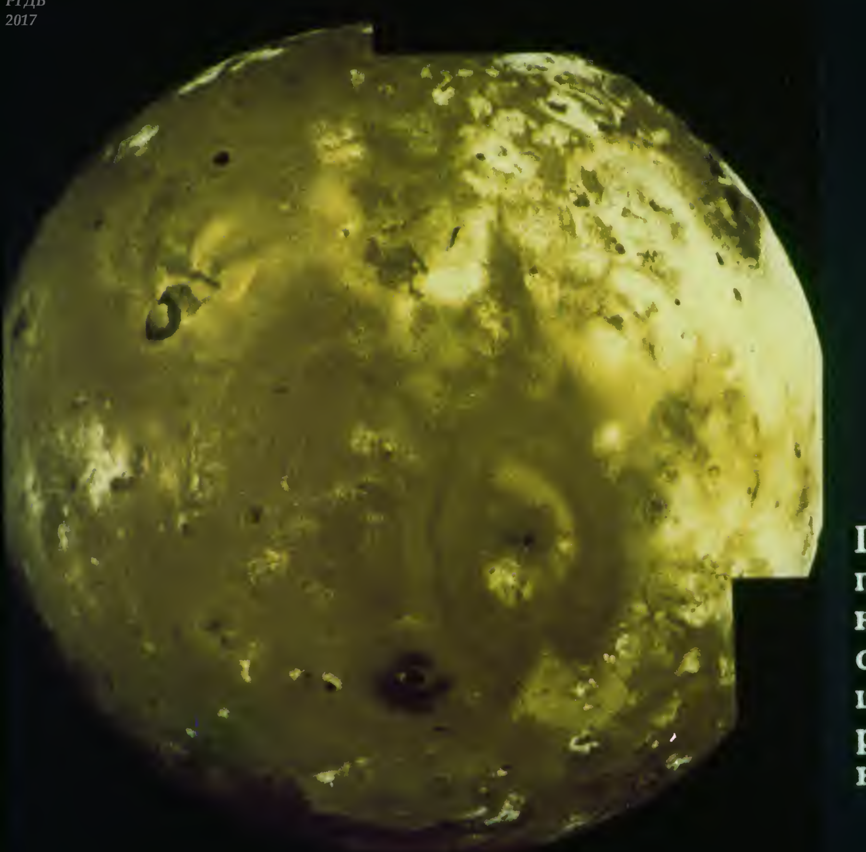
Поверхность Ганимеда напоминает лунную. На ней много метеоритных кратеров и своеобразных ветвящихся длинных борозд и хребтов. На этих снимках видны детали размерами до 3 км.





В 1979 году во время пролета «Вояджера-1» на спутнике Юпитера Ио было обнаружено около десяти действующих вулканов. Ни на каких других телах Солнечной системы (кроме Земли!) ничего подобного не наблюдалось.

На снимках виден выброс вещества (на высоту до 200 км) и лавовые потоки.

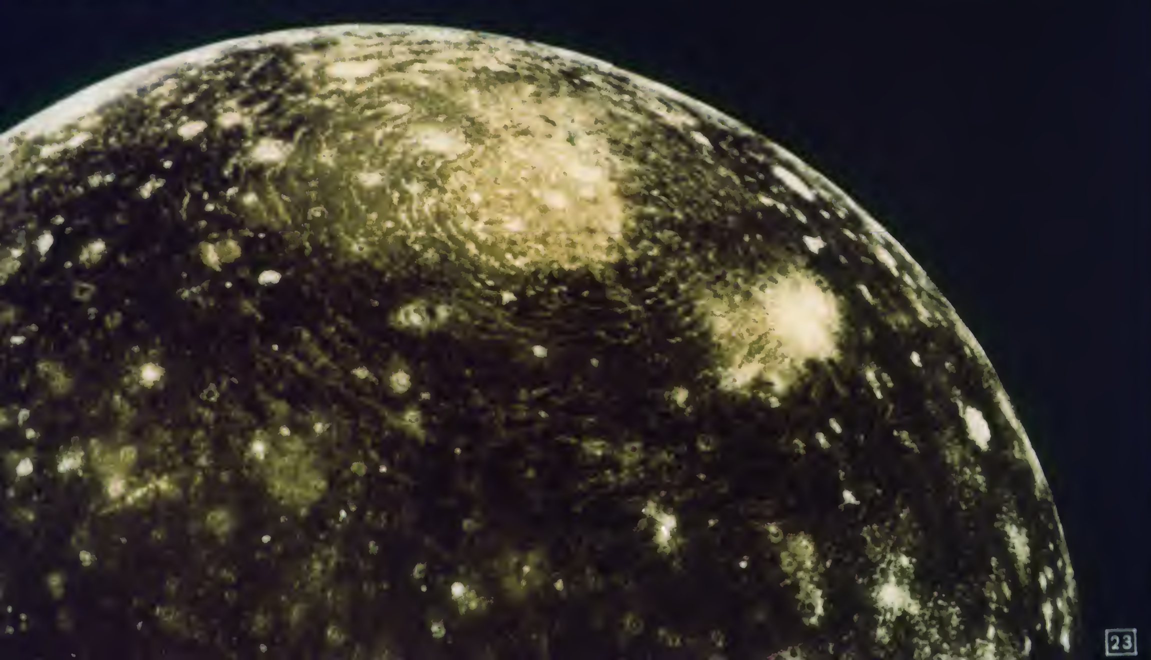


Поверхность Ио покрыта вулканическим веществом (преимущественно серой и ее соединениями).



Гладкая поверхность Европы испещрена многочисленными темными и светлыми трещинами шириной 20—40 км, простирающимися на несколько тысяч километров.

Обилием кратеров отличается Каллисто. Уникальная многокольцевая структура «Бычий глаз» (диаметром 600 км) с системой концентрических колец (до 2600 км в диаметре), вероятно, порождена ударом метеорита о ледяной покров Каллисто.





Что касается внутреннего строения спутников, то, например, Ио состоит почти целиком из горных пород, а у Каллисто такие породы, по-видимому, входят лишь в состав ядра. Поэтому Ио и Европа относятся к «луноподобным» спутникам, а Ганимед и Каллисто—к «ледоподобным».

a

4/III 1979 1250000 км

c

5/III 1979 425000 км

d

9/VII 1979 560000 км

b



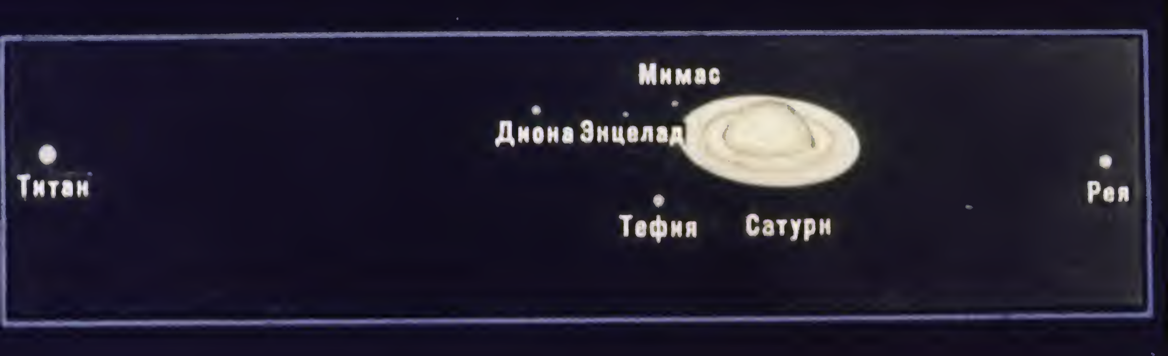
4/III 1979 695000 км

Изменение вида Амальтеи при фотографировании («Вояджер-1, -2») с разных расстояний и под разными углами.

Самый близкий к Юпитеру спутник — Амальтея (открыт в 1892 году) напоминает астероид (265×150 км). Как и галилеевы спутники, Амальтея всегда обращена к Юпитеру одной стороной. Знакомо ли вам такое синхронное движение?



Похожи на астероиды и далекие спутники Юпитера. Названия их заимствованы из мифологии, причем те, которые оканчиваются на «а» или «я», имеют прямое движение, а на «е»—обратное. В целом система спутников Юпитера напоминает Солнечную систему в миниатюре.



Из древнегреческих мифов заимствованы имена и самых крупных спутников Сатурна.

Размеры самых больших спутников Сатурна



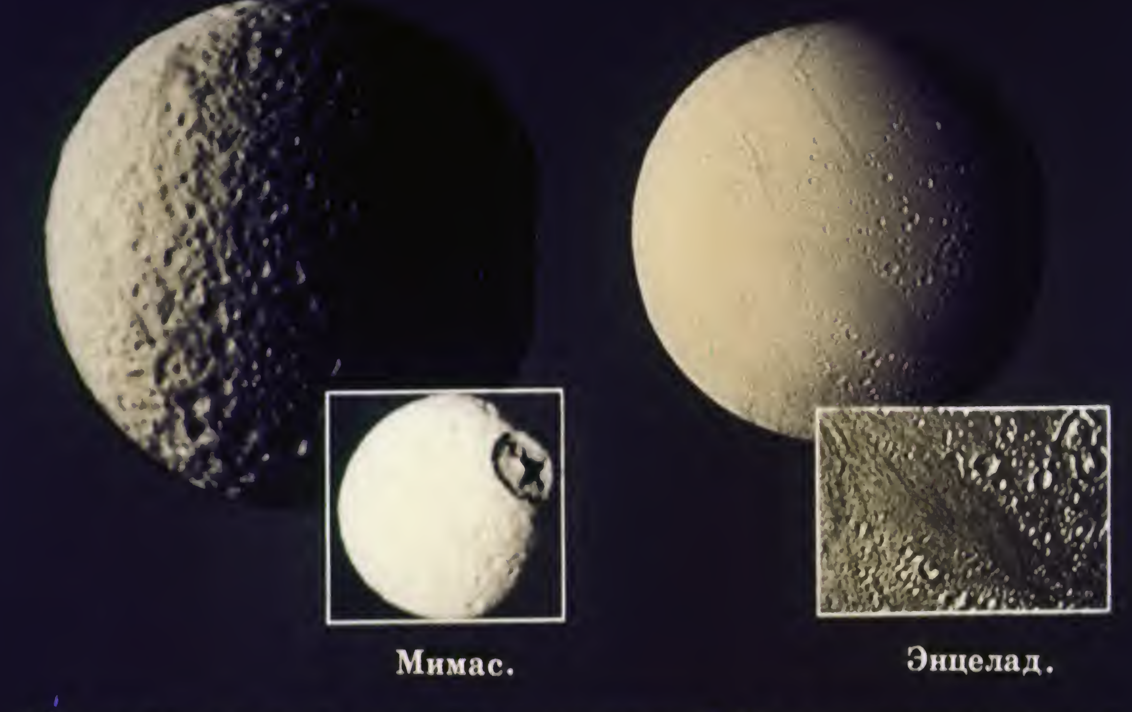
Сейчас известно более 20 спутников Сатурна.



Общий вид Титана.

Атмосфера Титана.

Уникален наибольший спутник Сатурна—Титан. Он обладает непрозрачной атмосферой, почти целиком состоящей из азота (с примесями метана). Плотность его атмосферы и давление превосходят плотность и давление воздуха у поверхности Земли.



На поверхности других спутников Сатурна хорошо видны многочисленные метеоритные кратеры и борозды. 30



Так выглядит
спутник Сатурна
Диона
с расстояния
160 тыс. км.


Рея.


Тефия.


Фрагмент поверхности Реи.

Это фотографии спутников Сатурна-Реи и Тефии. Диаметры наибольших кратеров на поверхности Реи—300 км, а Тефии—400 км.



Орбиты спутников Урана

Умбриэль
Миранда
Уран
Ариэль
Оберон
Титания

А это система спутников Урана. Слева—довольно редкая наземная фотография, на которой видны 5 из 6 известных ныне спутников.



Фантастический пейзаж.

Нептун на небе Тритона.

Из крупных спутников Нептуна (Тритон и Нереида) особое внимание привлекает Тритон (4400 км), который по размерам и массе близок к Титану. Но пока о Тритоне и о самом Нептуне известно очень мало...

IV. КОЛЬЦА ПЛАНЕТ-ГИГАНТОВ



Фотография Сатурна с расстояния 21 млн. км.

Рисунок Галилея.

Кольца—одна из отличительных особенностей этих планет. Первыми были обнаружены кольца Сатурна, которые Галилей вначале принял за спутники по обе стороны планеты.

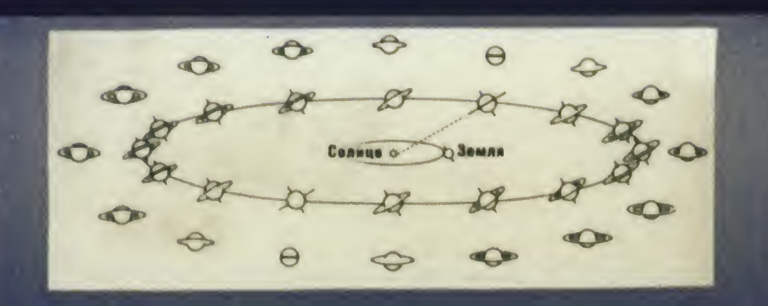


Х. Гюйгенс
(1629–1695).

Х. Гюйгенс, который в середине XVII века с помощью им же изготовленного телескопа открыл спутник Сатурна Титан, дал и первое четкое описание кольца Сатурна.



Гюйгенс во время наблюдения в свой телескоп.



Различные положения кольца Сатурна относительно Земли.

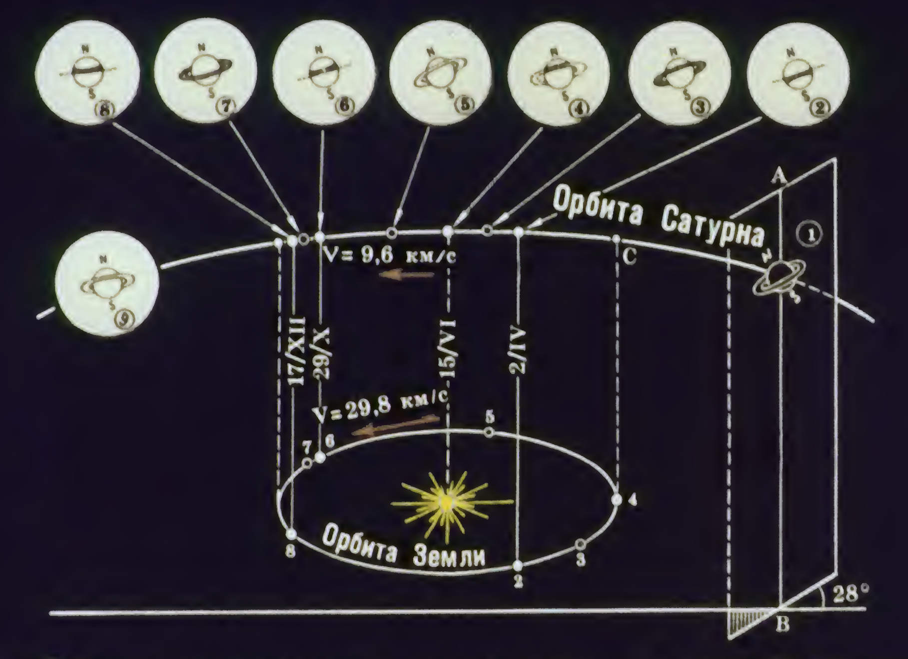


С. В. Ковалевская
(1850—1891).

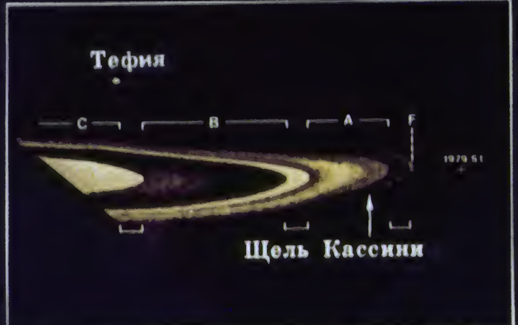


А. А. Белопольский
(1854–1934).

Прошло еще почти двести лет, прежде чем ученые, в их числе русские—математик С. В. Ковалевская и астроном А. А. Белопольский, доказали, что кольцо Сатурна не сплошное, а состоит из множества частиц и небольших тел.



Когда Земля пересекает плоскость колец Сатурна (это обычно случается каждые 14—15 лет), кольца «исчезают». Внимательно рассмотрев чертеж, вы поймете, как получилось, что в 1966 году такое явление наблюдалось трижды.



Фотография системы колец Сатурна с расстояния около 1 млн. км.

Современные представления о системе колец Сатурна сложились из наземных наблюдений и данных, полученных с помощью космической техники. Кольца толщиной 1–3 км простираются на 60000 км над облачным покровом планеты.

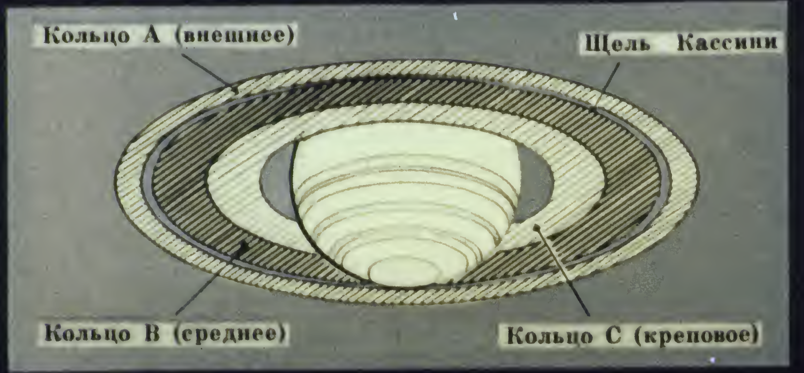
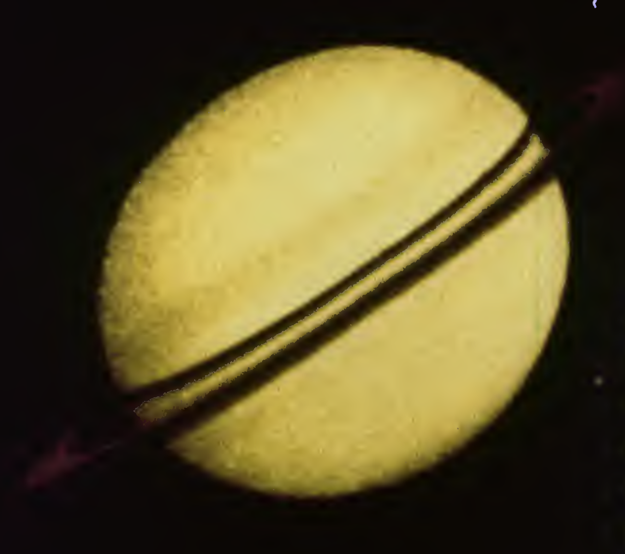
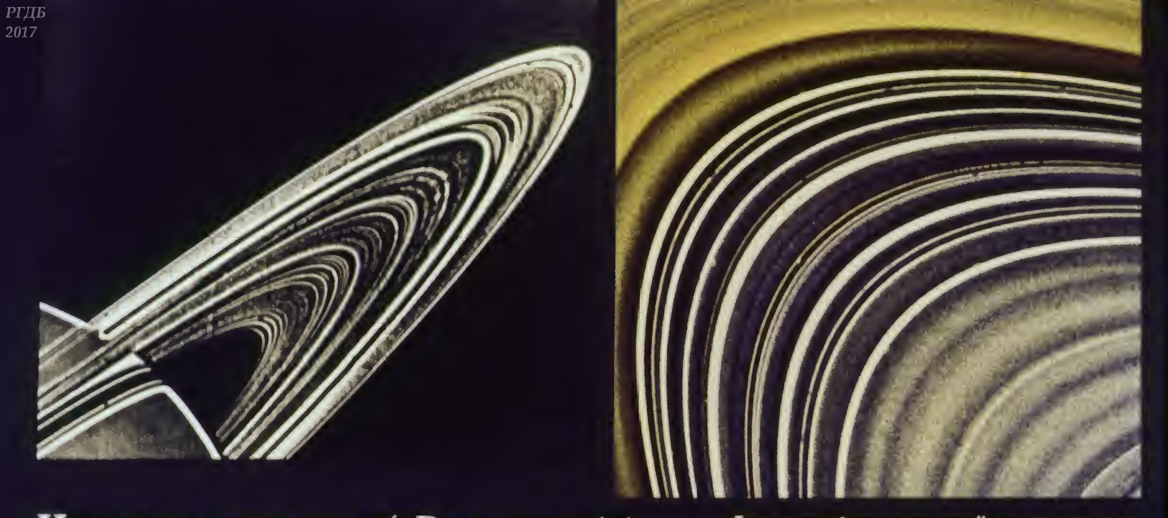


Схема видимых с Земли колец Сатурна.



Фотография Сатурна с кольцами и спутником Реей, переданная «Пионером-11». Кольца сфотографированы в проходящем, а не отраженном свете, поэтому они выглядят черными. На подобных снимках удалось обнаружить частицы, заполняющие промежутки между кольцами.



Фотографии тонкой структуры колец Сатурна.

На этом снимке («Вояджер-1») видно не только несколько широких колец, но и множество узких. Каждое состоит из частиц, движущихся по своим орбитам. Кроме частиц размером в несколько мкм во внешних кольцах обнаружены довольно большие глыбы.



Кольца Урана (рисунок).

В 1977 году в результате наземных наблюдений были открыты кольца Урана.

Минуты после 20 ч Всемирного времени

21 20 19 18 17 16 15 14 13 12

Интенсивность

1,0 0,5 0 1,0 0,5 0

α β γ δ ε

46 47 48 49 50 51 52 53 54 55

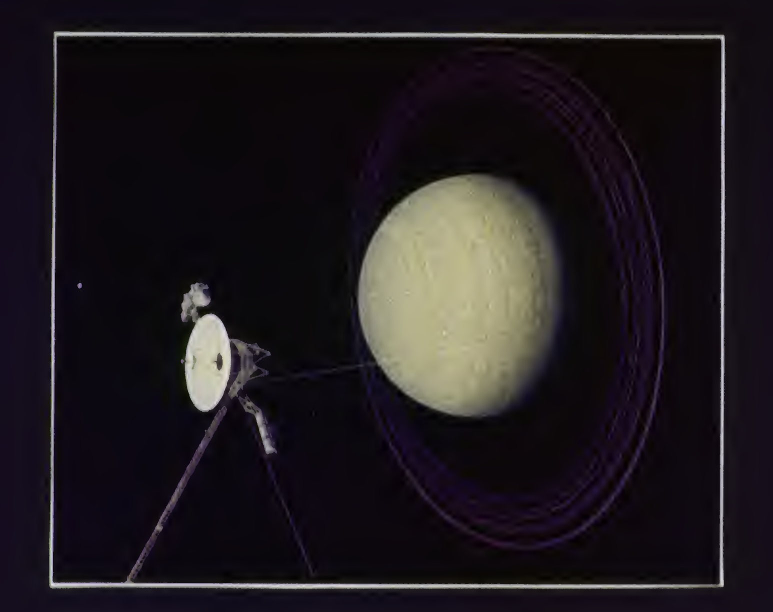
Минуты после 21 ч Всемирного времени

Кривая изменения блеска звезды.

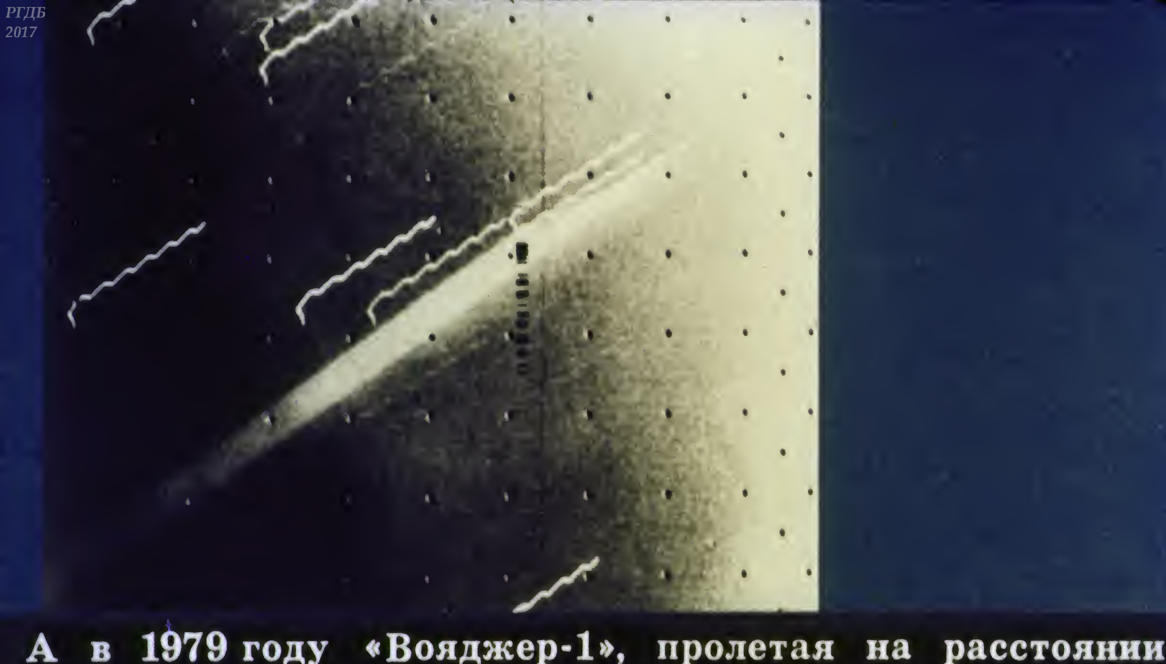
Астрономы заметили кратковременное падение блеска звезды, затмеваемой Ураном. Но поскольку блеск уменьшался не до нуля, был сделан вывод, что кольца состоят из частиц с просветами между ними.



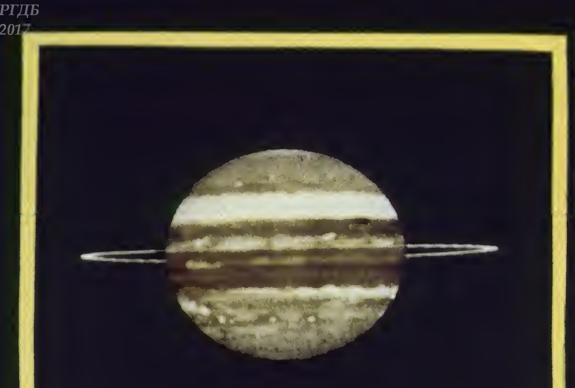
Первое фотографическое изображение колец Урана.



Может быть, такими «увидит» кольца Урана «Вояджер-2», приблизившись к планете в январе 1986 года. (После этого «Вояджер-2» полетит к Нептуну, сближение с которым планируется на 1989 год).

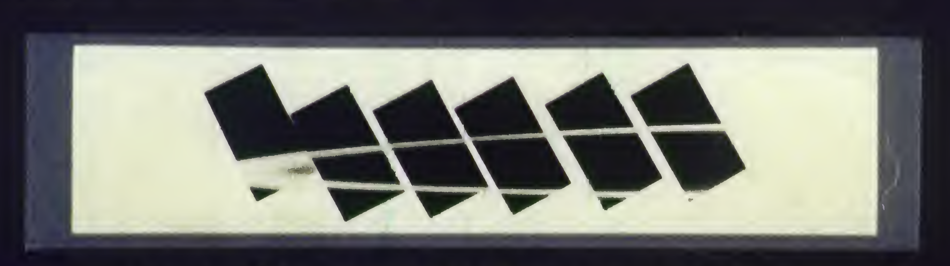


А в 1979 году «Вояджер-1», пролетая на расстоянии 1,2 млн. км от Юпитера, передал на Землю фотографии. На них видно кольцо Юпитера—широкая белая полоса, пересекающая центр снимка. На возможность существования колец у всех планет-гигантов еще в 1960 году указал советский астроном С. К. Всехсвятский.



Юпитер с кольцом (рисунок).

Снимки с «Вояджера-2» и наземные наблюдения подтвердили, что кольцо у Юпитера действительно есть. Его ширина 6000 км, толщина около 1 км, расстояние от облачного слоя планеты 55 тыс. км. Блеск кольца Юпитера на 11 звездных величин (во сколько раз?) слабее блеска кольца Сатурна.



Кольцо Юпитера. Мозаичное изображение, составленное из снимков с «Вояджера-2».

К СВЕДЕНИЮ УЧИТЕЛЯ

В последние годы получены новые важные сведения о планетах-гигантах. Они в определенной системе изложены в данном диафильме наряду с теми, что были известны раньше. Комментируя диафильм, необходимо подчеркнуть, что успехи в исследовании планет-гигантов и их спутников свидетельствуют о познаваемости мира и о мощи научных методов познания.

КОНЕЦ

Диафильм сделан по программе, утвержденной
Министерством просвещения СССР
Автор кандидат педагогических наук Е. Левитан
Художник-оформитель Н. Дунаева
Редактор В. Чернина
Д-162-82

101000, Москва, Центр, Старосадский пер., 7
Цветной 0-30